



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

RAFAELLA SANTANA SANTOS

**Viabilidade do lixo de formigueiros como substrato para
cultivo orgânico de mudas de alface (*Lactuca sativa*)**

São Cristóvão - SE

2014

RAFAELLA SANTANA SANTOS

Viabilidade do lixo de formigueiros como substrato para cultivo orgânico de mudas de alface (*Lactuca sativa*)

Orientador: Leandro de Sousa Souto

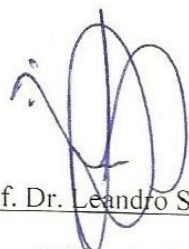
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Sergipe como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão - SE

2014

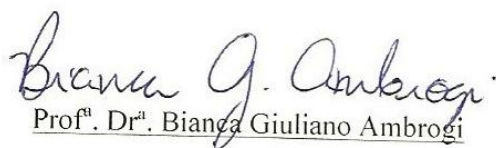
RAFAELLA SANTANA SANTOS

**Viabilidade do lixo de formigueiros como substrato para
cultivo orgânico de mudas de alface (*Lactuca sativa*)**



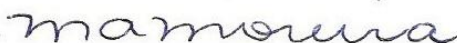
Prof. Dr. Leandro Sousa Souto

Orientador/DECO



Prof.ª Dr.ª Bianca Giuliano Ambrogi

Examinadora/DECO



Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida Moreira

Examinadora/DEA

São Cristóvão - SE

2014

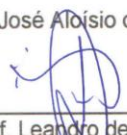


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA


ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO DA MONOGRAFIA

A Banca Examinadora, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Leandro de Sousa Souto, Profa. Dra. Bianca Giuliano Ambrogi e Profa. Dra. Maria Aparecida Moreira, sob a presidência do primeiro reuniu-se às quatorze horas do dia 27/02/2014, na sala Multiuso do Programa de Pos-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, para avaliar a monografia, sob o título: Viabilidade do lixo de formigueiros como substrato para cultivo orgânico de mudas de alface, apresentada pela discente Rafaella Santana Santos, do Curso de Ecologia. Dando início às atividades, a Presidente da Sessão passou a palavra à discente para proceder à apresentação da monografia. A seguir, a primeira examinadora, Profa. Dra. Maria Aparecida Moreira, fez comentários e arguiu a discente, que dispôs de igual período para responder ao questionamento. O mesmo procedimento foi seguido com a segunda examinadora, Profa. Bianca Ambrogi. Dando continuidade aos trabalhos, a Presidente da Banca Examinadora agradeceu os comentários e sugestões dos demais membros. Encerrados os trabalhos, a Banca Examinadora retirou-se do recinto para atribuição da nota. Com base nos preceitos estabelecidos pela Resolução 55/2009/CONEPE, que normatiza a elaboração e avaliação das monografias do Curso de Ecologia-Bacharelado, a Banca Examinadora decidiu Aprovar a discente com a média 8,5 (oito e meio). Nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou essa Ata que será assinada pelos seus membros e, em seguida, pela discente avaliada.

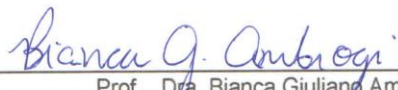
Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, 27 de fevereiro de 2014.



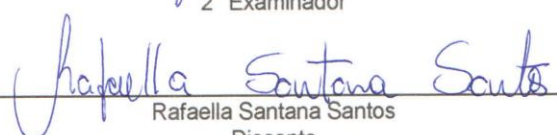
Prof. Leandro de Sousa Souto
Orientador - Presidente



Profa. Dra. Maria Aparecida Moreira
1º Examinadora



Prof. Dra. Bianca Giuliano Ambrogi
2º Examinador



Rafaella Santana Santos
Discente

Por que eu sei que é amor... À minha mãe

DEDICO

“A vida é muito curta para ser pequena.”

(Benjamin Disraeli)

AGRADECIMENTOS

O fim de um ciclo chega, e com ele vem a responsabilidade de deixar registrados quatro anos de boas recordações em um pedaço de papel. Mesmo sendo impossível transcrever o que vivi, essa é a forma que tenho de expressar minha gratidão às pessoas na qual estiveram ao meu lado nessa fase tão importante da minha vida. Sem vocês não teria conseguido percorrer essa estrada!

No início da caminhada tive a honra de encontrar um grande Mestre, que acreditou em mim antes mesmo que eu. Nunca me esquecerei das suas palavras “... ande... ande... sempre pra frente, só volte se for fazer melhor...”. A esse homem agradeço por todas as palavras, conselhos, broncas e por me ajudar a dá os meus primeiros passos dentro da Universidade. Ao Msc. Antônio Carlos Barreto (*in memoriam*) minha eterna gratidão.

Faço questão também de registrar um agradecimento mais que especial ao Leandro, por durante todos esses anos ter sido mais que um orientador e sim um “pai” acadêmico, sua participação em minha formação foi singular. Agradeço por todas as broncas (não foram poucas (risos)), pela confiança, dedicação, carinho e por ter acreditado tanto em mim. Tenho absoluta certeza que sem sua participação talvez esse ciclo não estivesse sendo concluído. Muito Obrigada!

Minha formação não teria sido tão completa sem a participação de professores que deram o seu melhor e que hoje carrego um pouco deles em mim. Aos meus queridos mestres, Ana Paula Albano, Adauto, Sinara, Bianca, Sidney, Elizamar, Laura Jane, Robério, Adriana, Yana, Myrna, Gustavo e a tantos outros pelo conhecimento transmitido e por almejar o melhor de seus alunos. Agradeço!

Claro, esse ciclo não teria sido tão gratificante sem a presença de várias pessoas que o tornou mais harmonioso, mais leve e inesquecível. Sempre me lembrarei das vésperas de provas, dos seminários improvisados, das discussões, dos bate-papos nos corredores, das aulas extraclases (risos), ah e dos congressos! Aos meus colegas de caminhada, especialmente aos resilientes (David, Eduardo, Tati, Allana, Jéssica Lima, Zé Roberto e Paulo), o fechamento dessa etapa não teria sido tão bom sem a participação de todos vocês. Sucesso!

Ao Bruno e a Luana, que além de grandes amigos foram meus cúmplices nessa caminhada. A vocês agradeço por todo o apoio, pela parceria, por sempre me motivar a seguir e por tantas vezes segurar em minha mão quando pensei em cair. Ao lado de vocês tive os

piores e os melhores momentos que a vida acadêmica me proporcionou. O título que receberei em breve é tão importante quando vocês em minha vida. Amo vocês!

Bruno Nascimento e Kenia, vocês são as pessoas mais maravilhosas, amigas e companheiras que a vida me deu! Obrigado por sempre estar ao meu lado. Amo vocês!

Melhor que novos amigos é reconhecer os velhos (Dani, Suzane, Glauber, Max, Luciana, Vani e Roseane), a certeza que podia contar com vocês fez toda diferença ao longo desse caminho.

Minha eterna gratidão a TODOS do Laboratório de Entomologia (passado e presente), por todas as relações ecológicas favoráveis ao estabelecimento de uma espécie. Aos sinistros, Priscilla, Eduardo, Jucy, Abel, Rony, Arii, Jéssica Leite, Meggie e Camilla por todos os bons momentos, pela ajuda mútua na realização dos trabalhos e por proporcionar esse ambiente em um local tão harmonioso. Sucesso apavorados!

A Anny por toda ajuda, paciência, conselhos e pelas longas discussões deste universo da mimercológico que tanto gostamos. Sua amizade é muito especial. Ah, e ao Arleu por apoio concedido ao longo desse percurso acadêmico e por tudo que em mim representa. Obrigada!

Agradeço também aos membros da banca Dr^a. Bianca Ambrogi e Dr^a Maria Aparecida, pela disponibilidade e contribuições para o engrandecimento desse trabalho. Obrigada.

Enfim, não teria concluído essa caminhada sem todas as energias boas que me circundaram sob a proteção dos espíritos de luz, na qual posso sentir no balanço das folhas, no barulho do mar, ou até mesmo pela luz do dia. Foram essas energias que me ajudaram a seguir sempre em frente.

Por fim, não tenho nem palavras para agradecer a minha família. Muito obrigada por abrirem mão dos seus sonhos para realizar os meus! Eu não teria chegado até aqui sem o apoio, incentivo, carinho e confiança que em mim depositaram ao longo da minha vida. A minha amada Mãe, ao meu querido Pai, a minha querida irmã, ao meu irmão e os meus lindos avós Josefa e Francisco (*in memoriam*), obrigada... e muito obrigada! Amo muito Vocês!!!

Sei que após essa parada algo maior estar por vim e me sinto preparada para seguir, porque “a estrada vai além do que se vê...”.

Muito obrigada!!!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1- Substratos alternativos	3
2.2- Lixo de formigas	5
3.OBJETIVOS	7
3.1- Objetivo Geral.....	7
3.2- Objetivos Específicos.....	7
4. MATERIAIS E MÉTODOS	8
4.1 - Local de Experimento	8
4.2 - Definição e Delineamento dos Tratamentos	8
4.3 - Semente utilizada	9
4.4 - Manutenção e Cultivo do lixo dos Formigueiros.....	10
4.5 - Formulação dos substratos	10
4.6-Análise química dos substratos	11
4.7- Avaliação das Características Morfológicas das mudas	12
4.8- Análises estatísticas	13
5- RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5.1- Produção mensal do lixo de formigueiros artificiais	22
6. CONCLUSÃO	24
7 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

O sucesso do sistema de produção orgânica depende do substrato a ser utilizado, pois esse influencia no desenvolvimento inicial da planta. Dessa forma, objetivou-se avaliar o potencial de substratos formulados a partir de lixo de formigueiros para produção de mudas de alface. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, formado por seis tratamentos com 5 repetições, totalizando 180 mudas. Os substratos utilizados foram: substrato base (Casca de *Pinus* sp. + Fibra de coco) utilizado como Controle, Húmus + substrato base (1:1); NPK + substrato base (5ml/litro) e lixo de formigueiros + substrato base, nas concentrações de 20% (L20), 30% (L30) e 50% (L50). Foram determinados os teores de Fósforo (P) e Nitrogênio (N), além do pH das misturas. Aos 21, 28, 35 e 45 dias após a semeadura, foram realizadas avaliações morfológicas e fisiológicas das mudas. Diferenças entre os tratamentos foram analisadas por meio de ANOVA, seguida de teste Tukey ($p = 0,05$). O substrato L50 apresentou a maior concentração de N e o tratamento L30 o maior teor de P, entretanto, esses tratamentos apresentaram baixo desenvolvimento das mudas e não diferiram do substrato controle. Plantas cultivadas no substrato L50 tiveram alta mortalidade, possivelmente em função do elevado teor de sais no composto. Por outro lado, mudas cultivadas nos substratos L20, Húmus e NPK apresentaram respostas similares em todos os atributos avaliados e características apropriadas para o transplântio. O uso do substrato com lixo de formigas a 20 % (L20) pode ser uma alternativa viável na produção de mudas de alface, proporcionando uma fonte de fácil acesso para pequenos cultivos, uma vez que pode ser obtido na própria área de cultivo orgânico. Um modelo de criação em pequena escala de formigueiros é proposta no presente trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: *Atta opaciceps*; *Lactuca sativa*; húmus; NPK; agricultura familiar.

1. INTRODUÇÃO

O sucesso de um cultivo orgânico depende em parte do tipo de substrato a ser utilizado para produção de mudas, uma vez que esse sistema não permite o uso de fertilizantes sintéticos ou aditivos químicos na produção. O tipo de substrato é apenas uma das diversas variáveis envolvidas nesse sistema agrícola, que foi originalmente impulsionado por uma demanda social, após um intenso debate entre a comunidade científica a respeito dos danos provenientes da agricultura convencional ao meio ambiente e a saúde humana (Carson, 1962).

A agricultura orgânica pode ser entendida como um modelo de produção de alimentos, que elimina o uso de insumos artificiais (químicos), priorizando as fontes de energia disponíveis na propriedade beneficiando o equilíbrio ecossistêmico, bem como a sustentabilidade ambiental e sociocultural dos agricultores, assegurando uma melhor remuneração aos seus produtos pelo maior esforço despendido (Roel, 2002).

Diante de alguns impactos negativos observados na agricultura convencional o sistema de cultivo orgânico vem obtendo um forte crescimento no mercado, e tem se destacado como uma importante fonte de renda na agricultura familiar (Assis & Romeiro, 2002).

Entre os fatores que vem impulsionado esse sistema pode-se destacar que a maior parte da produção é realizada em pequenas áreas com mão de obra familiar e utilização de insumos orgânicos oriundos da própria propriedade. Além disso, há uma demanda crescente da sociedade em consumir alimentos mais saudáveis (Campanhola & Valarini, 2001).

Uma das alternativas mais viáveis para manter o equilíbrio neste tipo de sistema é o uso de resíduos orgânicos gerados no sistema de produção (Rezende, 2012). Definido como qualquer produto de origem animal ou vegetal que possua elevados teores de matéria orgânica e nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas, estes produtos vem sendo bastante utilizados nos sistemas de cultivo orgânico, pois propiciam melhoria em propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato (Oliveira *et al.*, 2006).

Atualmente, existe uma procura constante por insumos alternativos, que possam contribuir para a formação de um substrato em condições adequadas para o desenvolvimento de mudas e que assegure a sustentabilidade do solo (Medeiros *et al.*, 2007; Minateli *et al.*, 2005; Neto *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2008; Prestes, 2007).

Neste cenário, Minatelli e colaboradores 2005 em seu estudo objetivou avaliar o potencial do lixo de formigas cortadeiras na composição de substratos para produção de mudas de eucaliptos. Os autores verificaram um melhor crescimento das mudas quando o lixo era misturado com vermiculita ou com substrato comercial Plantamax®.

O lixo de formigas cortadeiras (dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*) é originado a partir do descarte do material vegetal trazido pelas operárias para alimentar o jardim de fungo simbiote das colônias (Moutinho *et al.*, 2003; Sousa-Souto *et al.*, 2008). Trata-se de um material extremamente rico em diversos minerais, chegando a apresentar teores de fósforo 400 vezes superior a outros substratos vegetais (Guerra *et al.*, 2007; Sousa-Souto *et al.*, 2007).

Além de folhas, flores e outros fragmentos vegetais o lixo também é composto por operárias mortas e por resquícios do próprio fungo simbiote, após ser parcialmente consumido pelas operárias da colônia, contribuindo assim para o incremento de nutrientes a esse material (Sousa-Souto *et al.*, 2007).

A maioria das espécies utiliza câmaras subterrâneas de descarte para acondicionar o lixo no interior das colônias, enquanto duas espécies *Atta colombica* e *Acromyrmex balzani* descartam seu lixo externamente à colônia, facilitando sua coleta (Sousa-Souto *et al.*, 2012).

Em virtude da carência de estudos relacionados ao potencial uso do lixo de formigas cortadeiras no desenvolvimento de mudas, este trabalho visa testar três formulações de substratos com esse material, visando comparar os resultados com os obtidos em substratos já consolidados pela literatura científica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1- Substratos alternativos

Substratos podem ser definidos como qualquer material capaz de fornecer as condições adequadas para que as sementes possam germinar e as plântulas se desenvolverem (Ramos *et al.*, 2002). As principais características exigidas de um substrato são baixo custo, fácil manuseio, ausência de patógenos, elevado teor de nutrientes essenciais, relativa taxa de drenagem e absorção de água e boa textura (Oliveira *et al.*, 2006).

O substrato desempenha um importante papel no processo inicial do desenvolvimento das plantas, pois exerce a função de solo fornecendo a sustentação, nutrientes, água e oxigênio (Medeiros *et al.*, 2010; Oliveira, 2011; Rezende, 2012).

Para a obtenção de um substrato adequado ao desenvolvimento da planta alvo e garantia da sustentabilidade do ambiente, os sistemas orgânicos substituíram os insumos sintéticos por materiais disponíveis no próprio sistema de produção e em grande parte renováveis, como material vegetal (cascas, folhas), compostos de origem animal (esterco e húmus), e mineral (vermiculita, areia) (Favalessa, 2011).

A escolha de um substrato alternativo deve ser baseada em dois critérios principais: ser economicamente viável e estar disponível em quantidade relativa em qualquer período do ano (Rodrigues *et al.*, 2012). Um dos desafios dos sistemas orgânicos de cultivo é estabelecer um substrato que possua estes critérios e que, assegure um bom estabelecimento e desenvolvimento das plantas, eliminando qualquer resquício de fertilizantes sintéticos (Oliveira *et al.*, 2008).

Diversos trabalhos vêm sendo realizados a fim de entender como diferentes substratos alternativos podem influenciar no desenvolvimento de espécies vegetais. Dentre alguns tratamentos apontados na literatura consta o pó de coco verde na produção de berinjela (Oliveira *et al.*, 2008), folhas de vegetais na cultura da rúcula (Medeiros *et al.*, 2007), esterco bovino na produção de mudas de Angico (*Anadenanthera macrocarpa*) (Prestes, 2007), lodo de esgoto doméstico e esterco bovino em mudas de *Acácia mangium* (Duarte *et al.*, 2011), torta de mamona, carvão vegetal e vermicomposto no desenvolvimento de mudas de diversas oleiculturas, tais como: alface, beterraba, rúcula (Oliveira, 2011).

Entretanto, por conta da variedade, disponibilidade e características de cada material (textura, porosidade, capacidade de troca catiônica e aporte nutricional) um substrato

considerado ideal tem que ser formulado, a partir da mistura de vários materiais disponíveis dentro do sistema de produção (Costa *et.al.*, 2012).

No estudo de Medeiros *et al.* (2010), por exemplo, avaliaram o efeito de diferentes resíduos orgânicos como substrato na produção de mudas de alface. Os resultados mostraram que as mudas apresentaram melhor desempenho em relação às características de crescimento do sistema radicular, da parte aérea, e na fitomassa fresca no composto a base de três resíduos diferentes (fibra de coco + esterco bovino + palha de gramíneas).

Entre os resíduos orgânicos que conferem ao substrato um alto teor de nutrientes essenciais e, conseqüentemente, contribuem para um bom desenvolvimento vegetal estão: esterco curtido de bovinos, suínos e ovinos (Santos *et al.*, 2006; Cavalcanti & Resende, 2005). A grande vantagem desse material é o baixo custo, uma vez que esses animais geralmente se encontraram dentro da propriedade do agricultor.

O húmus de minhoca também constitui um material de alto potencial na produção de mudas, por seu alto teor de matéria orgânica e por possuir todos os nutrientes essenciais no desenvolvimento inicial das plântulas (Aquino, 2005; Oliveira, 2011). Minhocas são organismos importantes na estruturação do solo e no desenvolvimento de plantas, devido à capacidade de transformar matéria orgânica em um material estabilizado de teores nutricionais (Aquino *et al.*, 1992), além da possibilidade de criação em pequenos espaços (Rodrigues *et al.*, 2003).

Dentre os substratos de origem vegetal, os derivados da casca ou fibra do coco, têm sido usualmente utilizados por serem produtos bastante acessíveis, de custo baixo, leve, fácil transporte e por ter boa capacidade de absorção de água (Carrijo *et al.*, 2002; Oliveira *et al.*, 2011).

Alguns trabalhos relatam aumento na porcentagem de germinação de sementes de hortaliças utilizando os derivados do coco (casca, fibra) em conjunto com outros insumos, como húmus, torta de mamoma e esterco na formulação dos substratos, por acrescentar outros nutrientes essenciais na germinação das sementes das mudas (Duarte *et al.*, 2011; Ramos *et al.*, 2008; Silveira *et al.*, 2002).

No estudo de Oliveira *et al.* (2009) utilizando seis diferentes substratos formados por diferentes combinações do pó da casca do coco verde e húmus de minhoca na produção de mudas de graviola observou-se que, o pó da casca de coco verde utilizado isoladamente interferiu negativamente na germinação de sementes e no crescimento inicial, e que esse efeito depressivo foi reduzido com a incorporação de húmus. O resultado encontrado

corroborar com a ideia de que o pó de coco em conjunto com outro composto pode favorecer a germinação e crescimento inicial de plântulas.

Mesmo com diversos trabalhos demonstrando o uso potencial de substratos alternativos, muito pouco ainda se conhece a respeito das características físicas, químicas e biológicas destes compostos, principalmente por conta da diversidade disponível no ambiente (Maiorano, 2003).

2.2 - Lixo de formigas

Conhecidos como “engenheiros de ecossistemas” formigas, cupins, besouros, minhocas, são responsáveis por influenciar nas propriedades físico-químicas do ambiente em que ocorrem (Sousa-Souto *et al.*, 2008). Já foi elucidado que solos em presença de ninhos de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* sp. e *Acromyrmex* sp. , são mais ricos em matéria orgânica, que os solos adjacentes por armazenarem o material vegetal cortado em suas câmaras subterrâneas (Santos & Sousa-Souto, 2011; Sousa- Souto *et.al.*, 2012).

No estudo de Ukan (2011) ao analisar o percentual de nutrientes em solo com presença de ninhos de formigas cortadeiras em áreas de eucaliptos, observou-se um aumento de 37% no teor de P, 41% de K, 79% de Ca e 37% de Mg em relação a solos sem influência dos ninhos.

Além disso, os solos de formigueiros podem apresentar características que favorecem a germinação, como uma maior permeabilidade, aeração, profundidade, e presença de nutrientes limitantes como Fósforo (P), Cálcio (Ca), Potássio (K) e Magnésio (Mg), decorrente do acúmulo de matéria orgânica em suas câmaras (Moutinho *et al.*, 2003).

Neste sentido, formigas cortadeiras são consideradas importantes agentes de acumulação de matéria orgânica no interior do solo, e na sua superfície por meio de suas câmaras de descarte. O material que é descartado pelas formigas é denominado “lixo” do formigueiro (Guerra *et al.*, 2007).

O lixo de um formigueiro é constituído por restos vegetais, carcaças de formigas, pupas e larvas mortas, considerado um excelente subsídio nutricional para as plantas, sendo possível a reabsorção pelas raízes por meio da ciclagem dos nutrientes (Guerra *et al.*, 2007). Contudo, pouco se sabe a respeito de suas propriedades e como ele pode influenciar no desenvolvimento das plantas (Guerra *et al.*, 2007; Minateli *et al.*, 2005).

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos com finalidade de entender como o lixo de formigueiros pode influenciar nas mudanças físico-químicas e fertilidade do substrato. Dentre os trabalhos avaliados foi possível observar que solos em presença de formigueiros sofrem alteração da composição química devido à alta concentração de macronutrientes presentes no lixo, tais como Fósforo, Cálcio, Magnésio e Enxofre (P, Ca, Mg e S) (Guerra *et al.*, 2007; Minateli *et al.*, 2005; Santana & Sousa-Souto, 2011).

Nesse contexto, espécies vegetais de crescimento rápido, como hortaliças podem se desenvolver bem em substratos como este, devido à disponibilidade de nutrientes e pelas características físicas, como a permeabilidade que pode facilitar a penetração das suas raízes.

Portanto a obtenção de substratos a base do lixo de formigas cortadeiras (*Atta* sp. e *Acromyrmex* sp.) pode representar uma fonte alternativa de nutrientes tão importante quanto os insumos de origem animal e vegetal citados acima, principalmente quando refere-se ao acúmulo e fornecimento de matéria orgânica ao solo.

Diante da escassez de dados relacionados com a composição do lixo e a dinâmica de macronutrientes no solo, esse trabalho propõe analisar como esse material pode contribuir como substrato em pequenas propriedades de produção orgânica, além de propor uma forma de criação em pequena escala de colônias para o fornecimento desse substrato.

3. OBJETIVOS

3.1 - Objetivo Geral

Avaliar a fertilidade do lixo da formiga cortadeira *Atta opaciceps* BORGMEIER, 1939 e o seu potencial uso como substrato alternativo para produção de hortaliças em sistema de cultivo orgânico.

3.2 - Objetivos Específicos

- (a) Comparar os teores de nutrientes do lixo com substratos comerciais ou de uso comum;
- (b) Comparar a eficiência do lixo de formigueiros e de outros substratos no desenvolvimento de mudas de alface;
- (c) Estimar a taxa mensal de produção de lixo de ninhos artificiais de formigas cortadeiras;
- (d) Indicar a possibilidade de um sistema de criação em pequena escala para produção do lixo de formigas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Local do Experimento

O experimento foi conduzido em um viveiro telado, localizado na área externa do CCBS (Centro de Ciências Biológicas e da Saúde) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), na cidade de São Cristóvão - SE, em um período de 42 dias.

4.2 - Definição e Delineamento dos Tratamentos

As sementes de alface foram plantadas em bandejas de germinação compostas por 36 células cada, preenchidas com 06 tipos de substratos (tratamentos) (Tabela 1).

As bandejas de germinação consistem em recipientes de polietileno (30 cm²), composta por 36 células com volume de 50 mL cada, equivalente a aproximadamente 8g do substrato, abertas na parte inferior para evitar o enovelamento das raízes. Esse tipo de bandeja vem sendo utilizado em trabalhos anteriores, pois evita o stress das plantas, padroniza o experimento e é de fácil transporte (Medeiros *et al.*, 2010).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Número de amostras
Substrato Controle (Casca de <i>Pinus</i> sp. (40%) + Fibra de coco (60%))	30
Húmus (50%) + Controle (50%)	30
Controle + NPK 04-14-08	30
(L20) - Lixo de <i>Atta opaciceps</i> (20%) + Controle (80%)	30
(L30)- Lixo de <i>Atta opaciceps</i> . (30%) + Controle (70%)	30
(L50) - Lixo de <i>Atta opaciceps</i> . (50%) + Controle (50%)	30

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, formado por seis tratamentos com cinco repetições, totalizando 180 mudas (Figura 1).

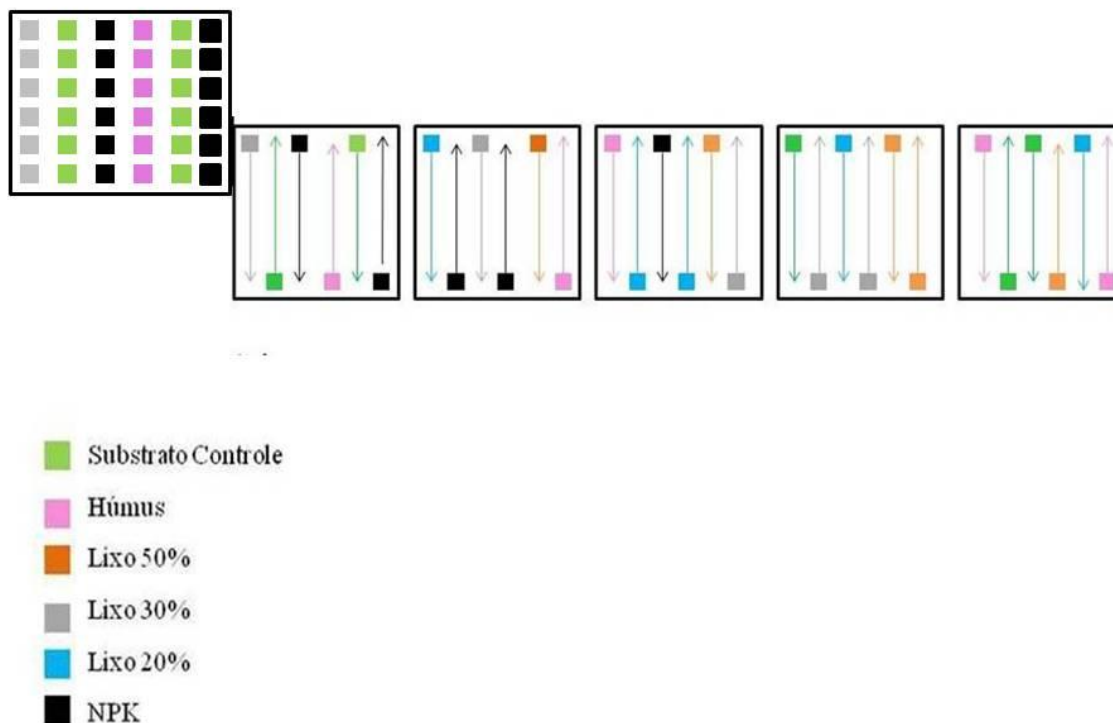


Figura 1: Desenho esquemático representando a disposição dos tratamentos durante o experimento.

Após o preenchimento das células com os substratos, ocorreu a semeadura direta das sementes, de forma manual. Em cada célula 03 sementes de alface *Lactuca sativa* (*baba de verão*), foram plantadas a 01 cm de profundidade do substrato, cultivadas no viveiro em condições ambiente e irrigadas diariamente.

No 15º foi feito desbaste das plantas, deixando uma única muda por célula, escolhendo a mais vigorosa.

4.3 - Semente utilizada

Foi utilizada a semente de alface *Lactuca sativa* (Asteracea) (Isla Sementes Original - PAK), lote 32538-52, germinação de 83% e pureza física de 99,7%; tradicional para cultivo de inverno, com ausência de defensivos.

4.4 - Manutenção e Cultivo do lixo dos Formigueiros

O lixo das formigas utilizado como substrato teste foi produzido a partir de três formigueiros adultos, com aproximadamente cinco anos de idade da espécie *Atta opaciceps*, mantidos no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Sergipe. As colônias foram mantidas em uma temperatura ambiente e alimentadas diariamente com folhas frescas (aproximadamente 20g/dia) de algodoeiro da praia (*Hibiscus tiliaceus*).

Cada colônia artificial de *Atta opaciceps*, consistiu em um recipiente plástico de 5 litros, conectado por um tubo de mangueira de silicone ($\varnothing = 2,5$ cm) a outro recipiente plástico de 5 litros, com uma arena plástica de forrageamento de 30x20 cm (Sousa-Souto *et al.*, 2007) (Figura 2).



Figura 2: Ninho artificial de *Atta opaciceps* mantido no Laboratório de Entomologia (UFS).
Foto: Rafaella Santana.

O lixo produzido pelos formigueiros foi retirado semanalmente, secado em estufa a 48° C, por 24h, e o peso de matéria seca do material foi medido em balança de precisão a fim de estimar a produção mensal de lixo por colônia.

4.5 - Formulação dos substratos

O substrato orgânico utilizado como base neste trabalho nomeado de Controle, consistiu em uma mistura de casca de *Pinus* sp. + pó de coco. A escolha desta mistura foi baseada no uso já estabelecido pela literatura (Oliveira *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2009; Neto *et al.*, 2005; Silveira *et al.*, 2002), como também pela sua facilidade de obtenção na região do estudo.

Para comparação da eficiência do lixo de formigas ainda foram testados outros substratos comumente utilizados para produção de mudas, como o húmus de minhoca e uma solução comercial de NPK (4-14-8) (Verde Raiz®).

Antes da semeadura, o substrato Base foram peneirados com uma malha de 2 mm para obter frações granulométricas semelhantes, facilitando dessa forma a homogeneização do material.

A mistura do material foi realizada de forma manual em bandejas plásticas de polietileno. A concentração do material foi definida por % /litro. O substrato base (controle) foi formulado na proporção 2 litros de Casca de *Pinus*, equivalente a 40% da mistura+ 3 litros do pó de coco, representando 60% do composto.

Para os substratos formados com o lixo de formigas nas concentrações de 30% e 20%, os volumes foram de 200 mL e 300 mL de lixo respectivamente + 700 mL e 800 mL do substrato controle, compondo 100% do substrato a ser testado. Os substratos do húmus e do lixo a 50% foram utilizados 500 mL do material (húmus) + 500 mL do substrato base.

No momento da semeadura e após 15 dias do início do experimento as mudas do tratamento químico a base de NPK receberam irrigação com solução nutritiva do composto. A solução foi preparada com 1 mL do fertilizante (NPK , 04-14-08) em 150 mL de água destilada, correspondendo a 10 mL/m². Cada uma das 30 mudas do tratamento NPK recebeu 5 mL da solução.

4.6-Análise química dos substratos

As amostras dos substratos foram submetidas à análise química, para determinar o teor de macronutrientes (Nitrogênio (N) e Fósforo (P)) e o pH, pelo método colorimétrico (Freitas *et al.*, 2013). Inicialmente, as amostras foram preparadas a partir da homogeneização de 30 g de substrato em 150 ml água destilada. Após preparação da solução foi retirado 5 mL do filtrado para cada um dos macronutrientes e do pH analisado, posto em cubetas plásticas e adicionados os respectivos reagentes indicadores (Alfakit ®). Este procedimento foi repetido para cada substrato testado nesse estudo.

Para os teores de N foram medidas as concentrações de amônia (NH₃) e os resultados convertidos em N total (teor de NH₃ x 1,216). Para o fósforo foram analisadas inicialmente as

amostras para o teor de PO_4 (fosfato) e posteriormente os valores foram convertidos em P ($\text{PO}_4 \times 0,3263$) total.

4.7 - Avaliação das características fisiológicas e morfológicas das mudas

As características morfológicas das mudas foram analisadas primeiramente após 21 dias da semeadura e depois, a cada sete dias.

A altura das plantas foi medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, entre a distância do colo e o ápice da planta. Este parâmetro foi analisado aos 21, 28, 35 e 42 dias do experimento, para verificar o desenvolvimento das mudas.

O diâmetro do colo das mudas foi medido ao final do experimento aos 42 dias com a ajuda de um paquímetro com aproximação de 0,1 mm.

Como característica fisiológica avaliada, as mudas de cada tratamento foram submetidas a uma avaliação da taxa fotossintética por meio de um medidor digital de clorofila (Falker®), aos 42 dias do experimento.

Após o período de cultivo em estufa as mudas foram retiradas das bandejas e os seguintes parâmetros foram avaliados: altura máxima, massa seca da cobertura da parte aérea, massa seca do sistema radicular, fitomassa seca total e o comprimento máximo da raiz e da muda.

O comprimento máximo da raiz (cm) foi medido a partir da base do caule até a extremidade da raiz. E o tamanho máximo da muda foi medido do ápice da muda (folha mais apical) até a extremidade máxima da raiz.

Para a medição da massa da matéria seca da parte aérea a muda foi retirada do substrato, lavada, cortada na altura do coleto, e em seguida, a parte aérea de cada muda foi colocada em uma placa de *petri* de 100 mm devidamente identificada às quais foram acondicionadas em uma estufa de circulação forçada a 48° C por 48 horas para atingir peso constante. Posteriormente o material seco foi pesado em uma balança digital com precisão de 0,001 gramas para obtenção da cobertura massa seca da parte aérea de cada muda por tratamento.

Ao final do processo foi possível obter a biomassa seca total das mudas através do somatório da massa seca da cobertura da parte aérea + peso seco das raízes das mudas (g).

Além disso, foi determinado o tempo de emergência, definido neste estudo como aparecimento de qualquer parte da plântula acima do solo (Borges, *et al.*, 2007; Leão *et al.*, 2012), avaliada diariamente após a semeadura. A porcentagem de germinação (% G) foi avaliada ao final do experimento, e calculada de acordo com Labouriau & Valadares (1976), em que $\% G = (N / A) \times 100$, onde % G – Percentagem de germinação, N - Número total de sementes germinadas e A - Número total de sementes semeadas.

A obtenção do índice de velocidade de germinação (IVE) foi realizada durante o teste de germinação, com valores de sementes germinadas dia a dia, através do somatório do número de sementes germinadas em cada dia (não cumulativo), dividida pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, $IVE = \sum N_i / D_i$, onde N_i é o número de sementes emergidas em D_i dias após o plantio, conforme Maguire (1962). As avaliações ocorreram diariamente até o 10º dia após a semeadura.

4.8- Análises estatísticas

A eficiência dos tratamentos foi avaliada por meio de ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo o tipo de substrato utilizado como variável explicativa e os parâmetros de produtividade (altura, biomassa seca, cobertura da parte aérea, diâmetro do caule, comprimento da raiz, tempo de germinação e número de folhas) como variáveis resposta. Todas as análises foram realizadas no software Excel 2007.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises químicas dos substratos testados foi possível verificar que as concentrações de N, P e valores de pH nos substratos contendo o lixo foram bem próximas das concentrações dos demais substratos analisados (Tabela 2) com exceção do substrato L50 que apresentou uma concentração de N aproximadamente 100 x maior que o substrato controle, e do P em L30 que obteve uma concentração 3x maior que o substrato contendo NPK.

Tabela 2: Parâmetros avaliados de plantas de alface mantidas sob 06 diferentes substratos por um período de 42 dias. IVE = Índice de Velocidade de Emergência; %G = Germinação.

Tratamento	N (mg L ⁻¹)	P (mg L ⁻¹)	pH	Clorofila α	IVE	%G
Controle	3,0	1,2	6,0	12,8	4,41	83,3
Húmus	30,4	81,6	6,0	17,43	4,26	70,0
NPK	152,0	81,6	6,0	18,8	4,67	50,0
L20	30,6	61,2	5,5	21,7	2,69	50,0
L30	30,6	228,0	5,0	20,3	4,43	60,0
L50	304,0	81,6	5,0	N/A	5,29	40,0

O percentual de germinação (%G) das sementes foi influenciado pelos diferentes materiais utilizados nos substratos. Os resultados mostraram que entre os substratos avaliados o Controle obteve o maior número de sementes germinadas.

Sabendo que o processo de germinação é algo complexo e depende de vários fatores como água, luz, temperatura e qualidade da semente a maior porcentagem de germinação no substrato Controle pode estar atribuída a uma maior capacidade de retenção de água dos materiais utilizados nesse tratamento (Carrijo *et al.*, 2002).

De forma geral, a porcentagem de germinação foi baixa nos substratos testados, o que pode está relacionada à forma na qual as sementes foram semeadas. A luz pode ter sido o fator inibitório na germinação, devido à característica das sementes de alface em serem fotoblástica positiva, ou seja, necessitam da presença de luz para germinar (Gabriel *et al.*, 2002).

Com referência ao índice de velocidade de emergência (IVE) o tratamento L50 obteve o maior valor encontrado. Isso significa dizer que se a germinação ocorrer logo no início da semeadura, o valor do índice será maior do que se isto ocorrer mais tardiamente (Santana & Ranal, 2000).

Tendo em vista que o tempo de germinação é influenciado pela estrutura física do substrato, como espaço de aeração, capacidade de armazenamento de água e agregação dos nutrientes (Silva Júnior, 2011), esse resultado indica que o lixo de formigueiros como substrato nesta concentração de 50% pode possuir todas estas características favoráveis ao desenvolvimento das mudas.

Entretanto, somente o IVE sozinho não foi capaz de determinar a qualidade do substrato em assegurar um bom desenvolvimento das mudas até o final do ciclo. Apesar do maior IVE ter sido nas sementes do tratamento L50, as mudas emergidas morreu antes de completar 15 dias de experimento, enquanto as do L20 que obtiveram o menor índice apresentaram um desenvolvimento tão bom quanto dos tratamentos convencionais (húmus e NPK).

Apesar da mortalidade das mudas no tratamento L50, o lixo de formigas pode ser bom um constituinte na formulação de substratos alternativos, pois na concentração de 20% as mudas obtiveram um bom desenvolvimento. Outros fatores podem ter influenciado na mortalidade das mudas no tratamento L50, como desidratação das mudas pelo excesso de sais neste substrato.

O tempo médio de germinação diferiu significativamente entre os tratamentos ($F = 3,5$; $p = 0,005$) e isso indica que ele influencia diretamente no IVE das sementes, ou seja, a velocidade de emergência será maior se a germinação ocorrer logo no início da semeadura (Santana & Ranal 2000). Isso explica o fato do IVE ter sido maior nas sementes do substrato L50, pois nesse substrato a emergência ocorreu em aproximadamente 03 dias, enquanto que no L20 foi em média 5,8 dias mostrando que o substrato atua retardando a germinação (Figura 3).

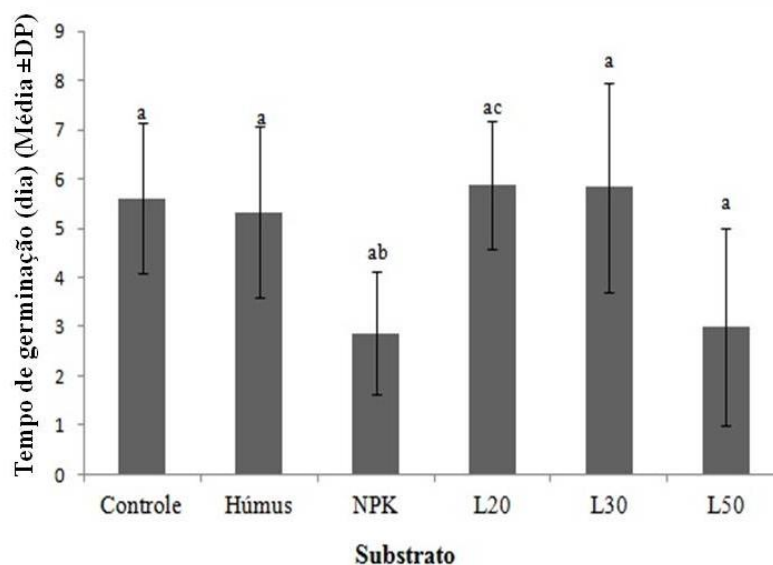


Figura 3: Valores médios do tempo de germinação em diferentes substratos para a produção de mudas de alface (*Lactuca sativa*).

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Após o processo de emergência, as mudas têm que vencer novos desafios para conseguir se estabelecer junto ao substrato e completar seu ciclo de desenvolvimento. Além da absorção de água, outro desafio é a captura de luz solar que representa o fator mais importante para vida vegetal, pois é o meio pelo qual as plantas produzem seu alimento.

A capacidade da planta na absorção da luz solar irá influenciar diretamente no seu crescimento e desenvolvimento, como também suscitar plantas mais vigorosas e resistentes (Ribeiro *et al.*, 2007).

Nesse estudo, as mudas que apresentaram a maior média no teor de clorofila encontra-se no tratamento L20 destacando a influência desse material nas atividades fotossintéticas das mudas e qualidade nutricional das folhas, o que pode promover plantas mais resistentes ao ataque de pragas (Evans, 1989; Hodge *et al.*, 2000).

Os resultados encontrados a partir das análises de crescimento das mudas apresentaram variações entre os substratos ao longo do experimento. Na primeira análise aos 21 dias, as mudas dos substratos L20 e Húmus apresentaram as maiores médias de crescimento quando comparada aos demais tratamentos. Esse padrão de crescimento se estendeu até a última análise aos 42 dias.

A menor média de crescimento encontrada foi nas mudas do substrato Controle, que apresentaram a menor taxa fotossintética e de crescimento, além da menor concentração de N. Essa deficiência de crescimento pode estar relacionada com o déficit desse macronutriente,

que induz má formação da planta e o retardo no crescimento (Goto e Costa, 1999; Ribeiro *et al.*, 2007).

Na última análise de crescimento, aos 42 dias foi possível verificar um desenvolvimento significativo das mudas nos substratos formulados com o lixo dos formigueiros e demais tratamentos. Houve diferença significativa apenas entre as mudas do tratamento Humus e L20, que cresceram mais que as demais mudas dos outros tratamentos ($F = 12,16$; $p < 0,01$; Figura 4). As mudas destes tratamentos apresentaram resultados semelhantes de crescimento, em relação às mudas dos substratos compondo Húmus e fertilizante NPK (Figura 4).

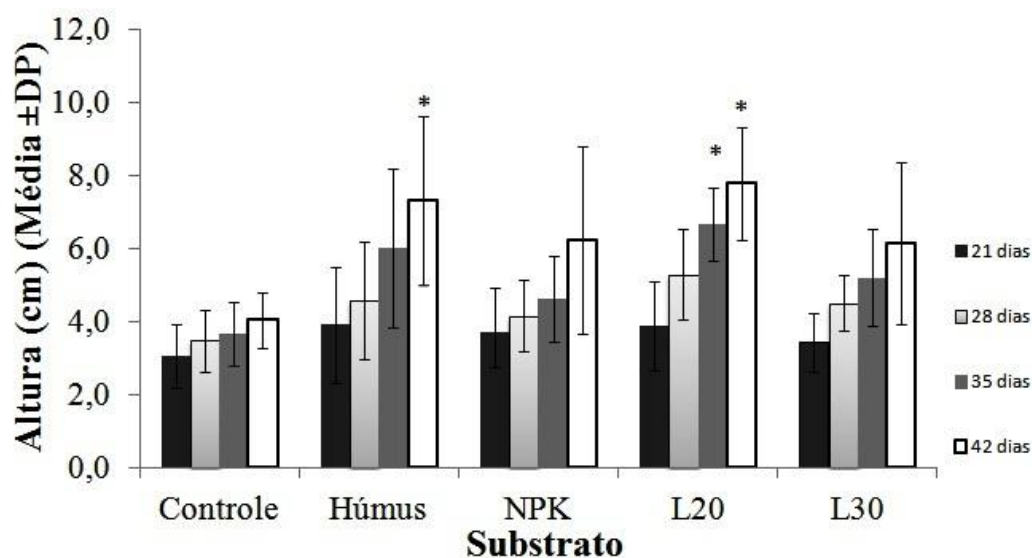


Figura 4: Médias da altura (cm) de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em substratos alternativos aos 21, 28, 35 e 42 dias do experimento.

* (*) Indica diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Ao final do experimento com a média da altura máxima foi possível verificar diferenças significativas entre o Controle e os tratamentos Húmus, NPK e L20. As mudas do substrato L20 apresentaram a maior média de crescimento (Figura 5). Este resultado ressalta que assim como o substrato com Húmus e NPK, o substrato de L20 difere do controle no crescimento das mudas de *Lactuca sativa*.

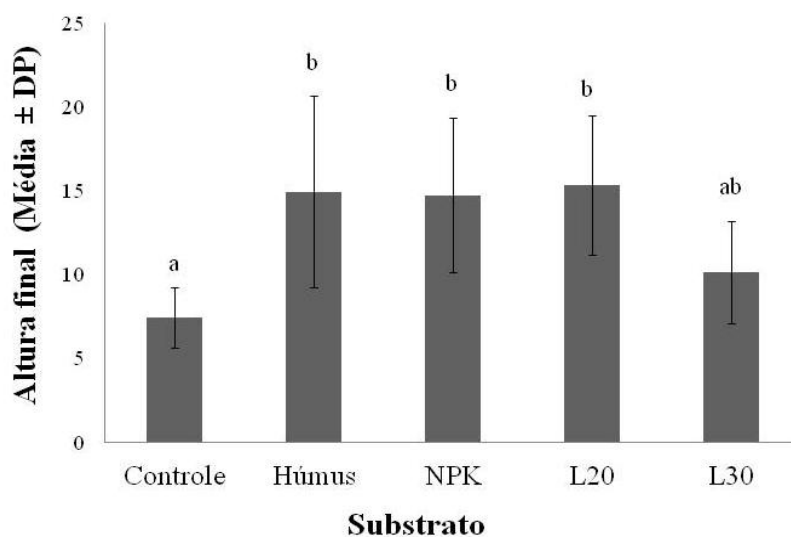


Figura 5: Média da altura final de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em diferentes substratos.

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O comprimento da raiz é uma variável tão importante quanto o crescimento para determinar a qualidade de uma muda, pois qualquer alteração física (aeração, tamanho das partículas, capacidade de absorção de água), ou química (concentração de nutrientes, excesso de sais ou matéria orgânica) do substrato pode interferir no sistema radicular das plantas e consequentemente no seu crescimento (Maiorano, 2003).

Neste experimento, os resultados mostraram que as médias de tamanho de raiz das mudas no substrato Húmus diferiram estatisticamente do substrato Controle e do L30 ($F = 4,86$; $p < 0,01$), que apresentaram as menores médias de crescimento (Figura 6).

Os resultados das médias encontradas também demonstraram que, os substratos do lixo nas concentrações 20% proporcionou um crescimento da raiz tão bom quanto o fertilizante NPK. Este resultado corrobora o estudo de Medeiros *et al.* (2010), que concluíram que mudas de alface produzidas à partir de compostos orgânicos apresentaram um melhor crescimento do sistema radicular em comparação ao fertilizante químico.

Outra variável avaliada em mudas é o diâmetro do caule, por ser um dos padrões utilizados para determinar o momento ideal de transplante para o solo. Neste estudo, o tratamento controle diferiu significativamente dos demais tratamentos, sendo o único substrato com menor diâmetro ($F = 4,63$; $p = 0,002$), (Figura 7).

O número de folhas é um aspecto importante em culturas de alface, pois é outro fator levado em consideração no momento de transplante para solo. Mudanças com condições ideais de transplante tem que ter de 3 a 4 folhas definitivas, respectivamente (Moura, 2009). Ao analisar o número médio de folhas das mudas por tratamento neste trabalho aos 42 dias, percebeu-se que as mudas do substrato Controle apresentaram a menor média, sendo estatisticamente inferior ao substrato L20 e NPK, que apresentaram os maiores valores dentre os tratamentos ($F = 12,54$; $p < 0,01$) (Figura 8).

A qualidade do substrato pode afetar diretamente ao balanço nutricional das mudas, e por consequência a capacidade da muda na emissão das folhas (Magór & Câmara, 2007). Os resultados deste estudo demonstram que, as mudas dos tratamentos L20, L30, NPK e Húmus que obtiveram as maiores concentração de nutrientes (N e P), apresentaram o maior número de folhas quando comparado ao substrato Controle que pelas análises químicas apresentou as menores concentrações.

Esse resultado evidencia que o lixo de formigas nas concentrações de 20% e 30%, pode ser um bom constituinte na formulação de substratos para cultura de alface, pois o número médio de folhas das mudas atingiu o valor médio ideal (3 a 4 folhas) para o transplante e foram tão satisfatórios quanto às médias dos tratamentos NPK e Húmus.

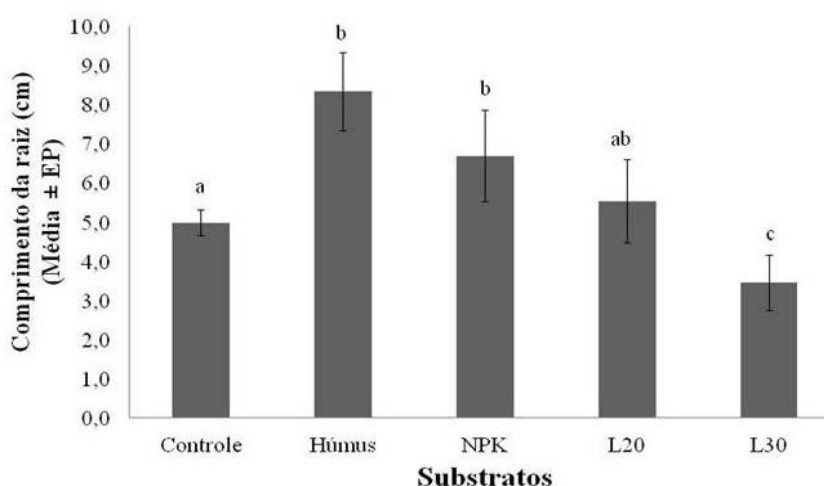


Figura 6: Valores médios do comprimento da raiz de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em diferentes substratos.
* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

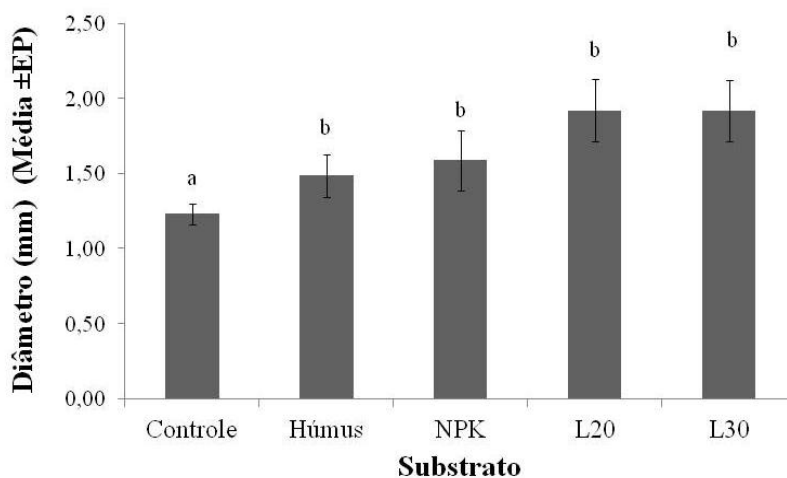


Figura 7: Valores médios do diâmetro do caule de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em diferentes substratos.
 * Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

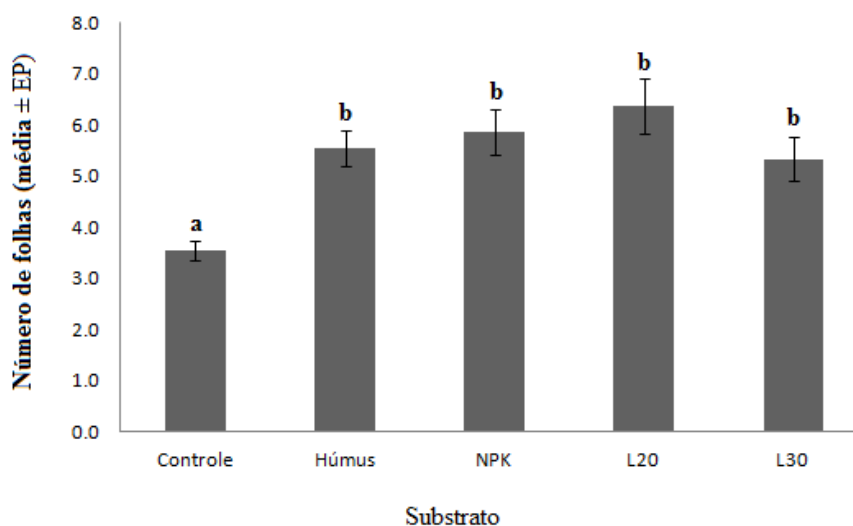


Figura 8: Número médio de folhas das mudas de alface (*Lactuca sativa*) em diferentes substratos.
 * Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As médias da massa da matéria seca das mudas ressaltou o resultado encontrado da média do número de folhas do substrato Controle. Nesta análise as plantas que germinaram nesse substrato apresentaram a menor média da massa da matéria seca da parte aérea entre os tratamentos, e deferiu significativamente em relação ao NPK, L20 e L30 (Figura 9).

Os resultados da fitomassa seca total das mudas indicam uma possibilidade do lixo de formigueiros serem incorporados na formulação de substratos para a produção de mudas de alface, pois o maior peso seco da biomassa obtido foi encontrado nos substratos com lixo de

formigas quando comparado aos substratos convencionais (NPK e húmus) ($F = 3.93$; $p = 0,003$), mostrando que a qualidade da muda foi influenciada pelo substrato (Figura 10).

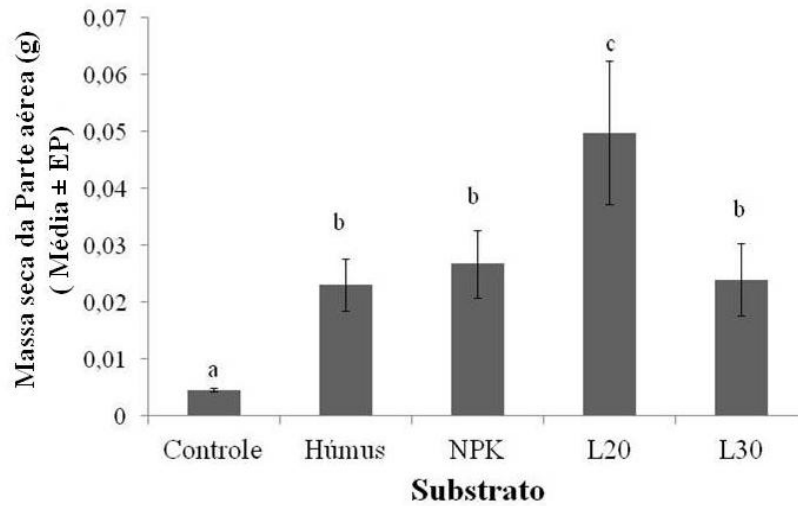


Figura 9: Valores médios da massa seca da parte aérea de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em diferentes substratos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

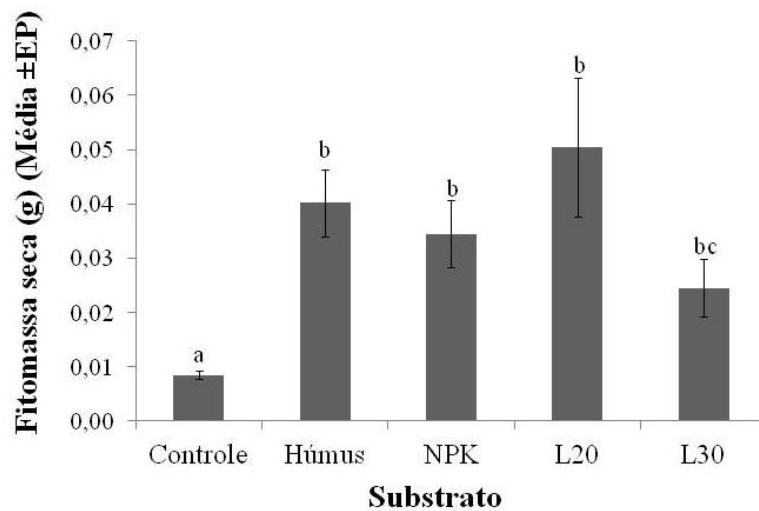


Figura 10: Valores médios da fitomassa seca de mudas de alface (*Lactuca sativa*) em diferentes substratos. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Esses resultados podem ser explicados pela elevada concentração de nutrientes nos substratos do lixo de formigas e pela capacidade das plantas em absorvê-los pelo sistema radicular e incorporarem na sua biomassa (Ukan, 2011).

Entretanto, a inclusão dos resíduos dos formigueiros na formulação de substratos alternativos deve ser analisada, pois como mostrado nos resultados deste trabalho uma alta concentração do material afetou negativamente o desenvolvimento das mudas provavelmente por conta do excesso de sais, ou lixiviação dos nutrientes.

Por outro lado esse resultado revela que em uma pequena concentração o lixo já é favorável as mudas, como visto nesse estudo as mudas do tratamento lixo 20% tiveram excelentes resultados no seu desenvolvimento.

Os resultados deste trabalho apresentam resultados semelhantes com o estudo de Barros Junior (2001) ao analisar o desenvolvimento de mudas de pimentão em substratos submetidos à fertilização foliar com substratos alternativos. Observou-se que as plantas dos tratamentos alternativos apresentaram superioridade nas características avaliadas (número de folhas, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz), em relação às do substrato na presença do fertilizante.

Essa similaridade entre os resultados corrobora a hipótese que as propriedades físico-químicas do lixo dos formigueiros contribuem de forma significativa na fertilidade do solo, e no estabelecimento e crescimento das mudas de alface *Lactuca sativa*, e pode ser um composto tão satisfatório para o desenvolvimento quanto aos já estabelecidos.

5.1- Produção mensal do lixo de formigueiros artificiais

A média mensal da produção do lixo oriundo de 03 ninhos (Figura 11 a, c) de *Atta opaciceps* foi de 50,9 g. Em um ano essa produção pode se estender em até 611,4 g. Em média, saúvas possuem uma taxa de conversão folhas: lixo de 1,5 (Sousa-Souto *et al.*, 2007), indicando que a oferta diária de 150 gramas de material vegetal (folhas) será convertido em 100 gramas de lixo produzido. Além disso, esses mesmos autores estimaram que uma colônia com volume de fungo semelhante aos ninhos estudados no presente trabalho consome o equivalente a 1,1 kg de folhas/ano. Tendo em vista que nesse estudo a menor concentração testada (20%) apresentou os melhores resultados no desenvolvimento das mudas, percebe-se que uma pequena quantidade do material provenientes dos ninhos já irá beneficiar as mudas no estágio inicial.

Considerando que o volume anual produzido por uma colônia artificial que consome 1,1 kg de folhas será de 730 gramas de lixo e que cada bandeja de cultivo utiliza 288 gramas

de composto, o volume produzido por um ninho seria suficiente para confecção de 13 bandejas/ano na concentração de 20% lixo:substrato base, ou 468 mudas. O valor é pequeno considerando a quantidade de plantas produzidas, mas pode ser significativo caso o produtor mantenha uma criação simultânea a partir de 12 colônias. Além disso, concentrações menores (10, 5 ou 2,5%) podem ser testadas com possíveis resultados favoráveis.

No presente estudo, em um espaço de 1m² é possível a criação de até 05 colônias mantidas em uma prateleira. O custo envolvido com a criação também pode ser considerado baixo, uma vez que o material vegetal oferecido aos ninhos pode ser obtido da própria área de cultivo. Alternativamente, produtores podem coletar o lixo descartado no campo por formigas cortadeiras da espécie *Acromyrmex balzani* que possui alta densidade em áreas antropizadas, chegando a mais de 900 colônias por hectare (Figura 11 – b) (Sousa-Souto *et al.*, 2013) e com produção mensal similar ao encontrado em colônias de *Atta* nos ninhos artificiais (Santos *et al.*, 2012).

O presente estudo demonstrou que a utilização de lixo de formigueiros na proporção de 20% pode ser uma alternativa viável para a produção em pequena escala de alface, pois não difere de compostos já estabelecidos (húmus e/ou NPK). Entretanto, novos estudos são necessários para testar se compostos em concentrações ainda menores são também viáveis e se uma criação “caseira” de até 12 formigueiros seria viável. De qualquer forma, o presente trabalho demonstra uma forma alternativa de utilização da fauna de solo já existente na propriedade como biofábrica de compostos.



Figura 11: Lixo de *Atta* sp. (a) – lixo produzido por colônias artificiais; (b) – lixo oriundo de colônias *in natura*; (c) – composição do lixo de formigas cortadeiras *Atta* sp.

Fotos: (a) Abel Felipe Queiroz; (b) (c) Leandro Sousa Souto.

6. CONCLUSÃO

Os teores dos macronutrientes N e P variaram entre os substratos utilizados nesse estudo, com destaque do lixo de colônias de *Atta opaciceps* que apresentam as maiores concentrações destes nutrientes essenciais no desenvolvimento de plantas. Vale ressaltar, que uma alta concentração desse composto pode ocasionar desidratação nas plantas por conta da alta concentração de sais inorgânicos.

A menor concentração testada do lixo nesse estudo (20%) proporcionou resultados semelhantes a outros substratos já estabelecidos pela literatura (húmus e NPK), para as características de produção avaliadas. Além disso, pela ausência de dados com esse tipo de análise este trabalho torna-se um referencial para estudos futuros, em especial os que visem o estabelecimento de uma concentração mínima de lixo no substrato (5% ou menor).

O lixo de formigueiros demonstrou ser um bom constituinte para formulação de substratos orgânicos. Novos experimentos deverão ser realizados para conhecer melhor as propriedades químicas desse composto e seu efeito no crescimento de outras variedades de hortaliças.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem.. **Comunicado Técnico – Embrapa** v. 8, p. 1-6,1992.

AQUINO, A. M. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. **EMBRA PA. Circular Técnica**. n. 12, 2005.

ASSIS, R.L. de. ; ROMEIRO, A.R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. v.6, p. 67-80, 2002.

BARROS JÚNIOR A.P. Diferentes compostos orgânicos como substrato na produção de mudas de pimentão (*Capsicum annumm* L.). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 31p. **Monografia**. 2001.

BORGES, K. C. F.; SANTANA, D. G.; RANAL, M.; DORNELES, M. C.; CARVALHO, M. P. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 5, p. 1008-1010, 2007.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P.J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v. 18, p. 69-101, 2001.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**. v. 20, p. 533-535, 2002.

CARSON, R. *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin Co., 1962.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Influência de diferentes substratos na emergência de plântulas de imbuzeiro. **Caatinga**. v. 18, p. 22-27, 2005.

COSTA, K.D. S. da.; CARVALHO, I.D.E.de.; FERREIRA, P.V.; SILVA, J. da.; TEIXEIRA, J. S. dos. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 5, p. 58-62, 2012.

DUARTE, R. F.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO-JUNIOR, D. S.; SILVA, H. P.; PARREIRAS, N. S.; NEVES, J. N. G. Crescimento inicial de mudas de *Acacia mangium* cultivadas em mantas de fibra de coco contendo substrato de lodo de esgoto. **Revista Árvore**. v. 35, p. 69-76, 2011.

EVANS, J.R. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C₃ plants. **Oecologia**. v. 78, p. 9-19, 1989.

FAVALESSA, M. Substratos renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium*. Universidade Federal do Espírito Santo –Graduação em Engenharia Florestal. 60p. **Monografia**. 2011.

FREITAS, A.C.; DANTAS, K. B.; ROCHA, A. J. **Análise de parâmetros físico - químicos do solo a partir de pesquisa sobre cultivo orgânico de hortaliças no município de Coari-AM**. In: 65º Reunião Anual da SBPC. Recife, p. 6732, 2013.

GABRIEL, A. J.A.; LIMA, M.E.F.DE.; SOUZA, M.A.A.DE.; SOUZA, S.R. Germinação de sementes de alface e de duas ervas invasoras com a aplicação de um novo análogo do estrigol, sintetizado a partir do safrol. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 544-546, 2002.

GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. B.; TOLEDO, L. G. Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos bioquímicos, fertilizantes e corretivos. **Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**. 62 p, 2008.

GOTO, R.; COSTA, P. C. Cultivo de hortaliças folhas em ambiente protegido. **Informe Agropecuário** (Belo Horizonte). v. 20, p. 60-71, 1999.

GUERRA, M.B.B.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SOUSA-SOUTO, L. Características químicas do lixo de formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) mantidos com diferentes substratos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.31, p. 1185-1189, 2007.

HODGE, S.; KEESING, V.F.; WRATTEN, S. D.; Leaf damage does not affect leaf loss or chlorophyll content in the New Zealand pepper tree, kawakawa (*Macropiper excelsum*). **New Zealand Journal of Ecology**. v.24, n.1, p. 87-89, 2000.

KIGEL, J.; GALILI, G. Seed development and germination. **Seed Science Research**. v. 5, n.4, p. 239-240, 1995.

LEÃO, E. F.; PEIXOTO, N.; MORAIS-JUNIOR, O. P. Emergência de plântulas de pequi em função da planta matriz e uso de ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 42, p. 416-423, 2012.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284, 1976.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science, Madison**. v. 2, , n.1, p. 176-177, 1962.

MAIORANO J. A. Utilização de substratos orgânicos comerciais na obtenção de mudas micorrizadas de limoeiro "Cravo" em ambiente protegido. Campinas- Instituto Agrônômico. 63p. **Tese mestrado**. 2003.

MEDEIROS, A. S.; SILVA, E. G.; LUISON, E. A.; ANDREANI-JUNIOR, R.; KOUZSNY-ANDREANI, D. I. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Dourados**. v. 3, p. 261-266, 2010.

MEDEIROS, M. C. L.; MEDEIROS, D. M.; FILHO, J. L. Adubação foliar na cultura da rúcula em diferentes substratos. **Revista Verde**. v. 2, p. 158-161, 2007.

MINATELLI, R.; BURAK, D. L. ; DELLA LUCIA, T.M.C. ; ZAIDAN, S. **Avaliação da fertilidade do lixo da formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa***. In: Simpósio de mirmecologia, 17º, 2005, Campo Grande. Simpósio de mirmecologia, 2005.

MÓGOR, A.F.; CÂMARA, L.A. Produção de alface no sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre a palha, e diferentes coberturas do solo. **Scientia Agraria**. v.8, n. 3, p. 239-245, 2007.

MOURA, V.V. Efeitos de adubações de solo e doses de N em cobertura na cultura da alface. Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri- Pós-Graduação em Produção Vegetal. 60p. **Dissertação**. 2009.

MOUTINHO, P.; NEPSTAD D. C.; DAVIDSON, E. A. Influence of leaf - cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazônia.2003. **Ecology**. v. 84, p. 1265 – 1276, 2003.

NETO, N. B. M.; CUSTÓDIO, C. C.; CARVALHO, P. R.; YAMAMOTO, N. L.; CACCIOLARI, C. Casca de pinus: avaliação da capacidade de retenção de água e da fitotoxicidade. **Colloquium Agrariae**. v. 1, p. 19-24, 2005.

NETO, S. E. A. de. ; AZEVEDO, J. M. A. de. ; GALVÃO, R. O. de.; Oliveira, E.B. L. de.; Ferreira, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**. v. 39, p. 1408-1413, 2009.

OLIVEIRA, A. B. de.; HERNANDEZ, F. F.F.; JÚNIOR, R. N. A. de. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. 2008. **Revista Ciência Agronômica**. v. 39, p. 39-44, 2008.

OLIVEIRA, E. A.G de. Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Pós Graduação em Fitotecnia. 78p. **Dissertação de Mestrado**. 2011.

OLIVEIRA, I.V.M. de. ; CAVALCANTE, I.H.L.; MARTINS, A.B.G. Influência do substrato na emergência de plântulas de Sapota Preta. **Revista Caatinga**. v. 19, p. 383-386, 2006.

OLIVEIRA, L.C. de.; TAVARES, J.C.; RODRIGUES, G.S.O. de. ; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, M.L. da. Efeito de diferentes substratos na germinação de sementes e formação inicial de plântulas de graviola. **Revista Verde**. v. 4, n.1, p.90 – 97, 2009.

OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. C. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de berinjela e pimenta. **Revista Verde**, v. 1, p. 24-32, 2008.

PRESTES, M. T. Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*). Universidade de Brasília- Pós Graduação em Ciências Agrárias. 62p. **Dissertação de Mestrado**. 2007.

RAMOS, JD; CHALFUN, NNJ; PASQUAL, M; RUFINI, JCM. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. **Informe Agropecuário**, v. 23, p. 64-72, 2002.

RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; CALDEIRA-JUNIOR, C. F.; SAMPAIO, R. A.; COSTA, C. A. FERNANDES, L. A. Tomato seedling production in substrate containing coconut fiber and mushroom culture waste. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 3, p. 237-241, 2008.

REZENDE, J. S. Uso de resíduos orgânicos na composição de substratos alternativos para produção de mudas. Universidade Federal de Uberlândia – Curso de Pós-Graduação em Agrônômica. 77p. **Dissertação de Mestrado**. 2012.

RIBEIRO, M.C.C.; BENEDITO, C.P.B.; LIMA, M.S. do; FREITAS, R.S. da.; MOURA, M.C.F. da.; Influência do sombrite no desenvolvimento da alface em cultivo hidropônico. **Revista Verde**. v.2, n.2, p.69-72, 2007.

RODRIGUES, M. L.; BATISTA, B. F. A.; NASCIMENTO, W. L.; VIEIRA, L. R.; RODRIGUES, R. C. Mudanças de alface (*Lactuca sativa* L.) produzidas com diferentes substratos orgânicos. **Anais do Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação**. p.7, 2012.

RODRIGUES, V.C.; THEODORO, V.C.A.; ANDRADE, I.F. DE; NETO, A.I.; RODRIGUES, V.N.; ALVES, F.V. Produção de minhocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos. **Ciência e Agrotecnologia**. v.27, n.6, p.1409-1418, 2003.

ROEL, A.R. A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. v.3, p. 57-62, 2002.

SANTOS, J.F. dos. ; OLIVEIRA, A.P. de; ALVES, A. U. ; BRITO, C.H. de; DORNELAS, C. S.M.; NÓBREGA, J.P.R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**. v. 24, p. 103-106, 2006.

SANTANA, D. G.; RANAL, M., A. Análise estatística na germinação. **Revista brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, p. 205-237, 2000.

SANTANA, R.S.; SOUSA-SOUTO, L. Colônias de formigas cortadeiras aumentam nutrientes e matéria orgânica do solo, mas emitem mais CO₂ . **In: X Congresso de Ecologia do Brasil**. São Lourenço – MG, 2011.

SANTOS, R.S.; PEREIRA, A, S.; SOUSA- SOUTO, L. Herbivoria de *Acromyrmex balzani* (Hymenoptera: Formicidae) em relação à biomassa disponível no ambiente. **In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia**. Curitiba-PR, 2012.

SILVA-JÚNIOR, J. V. Substratos alternativos e adubação foliar na produção de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Universidade Federal do Piauí - Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. **Dissertação de Mestrado**. 68p. 2011.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**. v. 20, p. 211-216, 2002.

SOUSA-SOUTO, L.; AMBROGI, B.G.; SANTANA, R.S.; PEREIRA, A.S.; VIANA-JÚNIOR, A. B. Engenheiros do ecossistema: como formigas cortadeiras atuam nesse processo?. **In: XXVI Congresso Brasileiro de Entomologia**. Curitiba-PR, 2012.

SOUSA-SOUTO, L., GUERRA, M.B.B.; SCHOEREDER, J.H., SCHAEFER, C.E. G.R.; SILVA, W.L. DA. Determinação do fator de conversão em colônias de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) e sua relação com a qualidade do material vegetal cortado. **Revista Árvore**. v. 31, p. 163-166, 2007.

SOUSA-SOUTO, L., GUERRA, M. B. B., AMBROGI, B. G. & PEREIRA-FILHO, E.R. Nest refuse of leaf-cutting ants mineralize faster than leaf fragments: Results from a field experiment in Northeast Brazil. **Applied Soil Ecology**. n. 61, n. SI, p. 131-136, 2012.

SOUSA - SOUTO, L.; SCHOEREDER, J. H.; SCHAEFER, C. E. G.R.; SILVA, W. L. Ant nests and soil nutrient availability: the negative impact of fire. **Journal of Tropical Ecology**. v 24, p. 639 – 646, 2008.

SOUSA-SOUTO, L.; VIANA-JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, E. S. Spatial Distribution of *Acromyrmex balzani* (Emery) (Hymenoptera: Formicidae: Attini) Nests Using Two Sampling Methods. **Sociobiology**, v. 60, p. 162-168, 2013.

UKAN, D. Análise dos resíduos produzidos por formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) em laboratório e em condições de campo. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Floresta-Ciências Agrárias. **Tese de doutorado**, 2011.